

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-083622

(43)Date of publication of application : 22.03.2002

(51)Int.Cl. H01M 8/04  
 B60K 1/04  
 H01M 8/00  
 H01M 8/10

(21)Application number : 2000-270561

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 06.09.2000

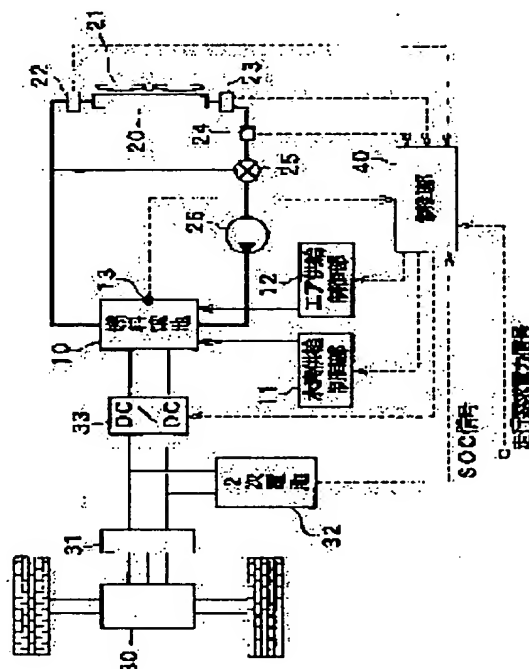
(72)Inventor : IMAMURA TOMONORI  
 SAITO TOMOHIRO  
 KATO HARUHIKO  
 OKAMOTO KUNIO  
 SASAKI HIROKUNI

## (54) FUEL CELL SYSTEM

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel cell system where the capability of the fuel cell can be exhibited to a maximum level, while protecting the fuel cell from overheating when the calorific value of the fuel cell exceeds a cooling capacity of a cooling means.

**SOLUTION:** The cooling capacity  $Q$  of a radiator 20 is estimated, and when case the calorific value of the fuel cell 10 exceeds the cooling capacity  $Q$  of the radiator 20, the calorific value of the fuel cell 10 is adjusted, that it is not more than the maximum electric power generated amount of the fuel cell 10 within the range which does not exceed the cooling capacity  $Q$  of the radiator 20. When the demand for electric power of load 30 exceeds the maximum electric power generated amount, the deficit amount of electric power in the maximum electric power amount with respect to the demanded electric power of load 30 is supplied from the secondary battery 32 to the load 30.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-83622

(P2002-83622A)

(43)公開日 平成14年3月22日 (2002.3.22)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

H 0 1 M 8/04

H 0 1 M 8/04

T 3 D 0 3 5

B 6 0 K 1/04

B 6 0 K 1/04

P 5 H 0 2 6

H 0 1 M 8/00

H 0 1 M 8/00

Z 5 H 0 2 7

A

Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2000-270561(P2000-270561)

(22)出願日

平成12年9月6日(2000.9.6)

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 今村 朋範

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72)発明者 齋藤 友宏

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(74)代理人 100100022

弁理士 伊藤 洋二 (外2名)

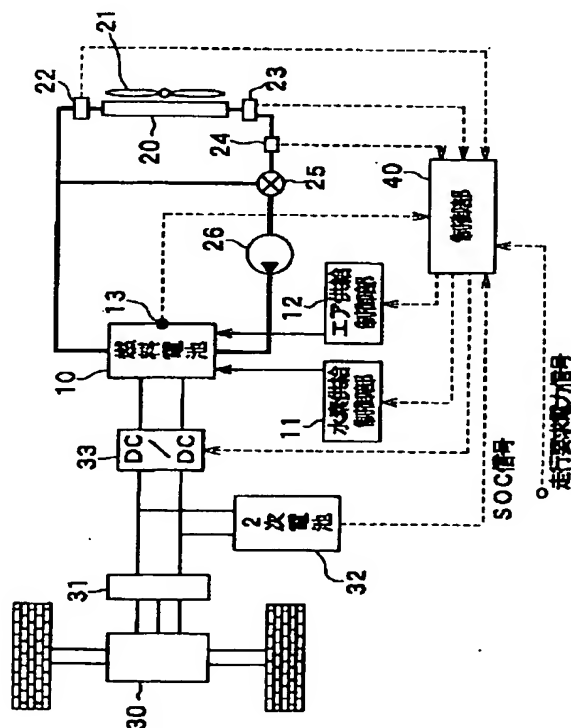
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料電池システム

(57)【要約】

【課題】 燃料電池の発熱量が冷却手段の冷却能力を超える場合に、燃料電池を過熱から保護しつつ、燃料電池の能力を最大限に発揮させることが可能な燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 ラジエータ20の冷却能力Qを推定し、燃料電池10の発熱量がラジエータ20の冷却能力Qを超える場合には、燃料電池10の発電量を、燃料電池10の発熱量が冷却能力Qを超えない範囲における最大発電量以下となるように調整する。負荷30の要求電力量が最大発電量を超える場合には、負荷30の要求電力量に対して最大発電量で不足する電力量を、2次電池32から負荷30に供給する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 水素と酸素の供給により電力を発生し、発電量に応じて発熱する燃料電池（10）を備え、負荷（30）に電力を供給する燃料電池システムであって、前記燃料電池（10）を冷却する冷却手段（20）と、前記冷却手段（20）の冷却能力（Q）を検出する冷却能力検出手段（22～24）とを備え、

前記燃料電池（10）の発熱量が、前記冷却能力検出手段（22～24）により検出した前記冷却手段（20）の冷却能力（Q）を超える場合には、前記燃料電池（10）の発電量を、前記燃料電池（10）の発熱量が前記冷却能力（Q）を超えない範囲における発電量以下となるように調整することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】 前記燃料電池（10）の温度（T<sub>fc</sub>）を検出する燃料電池温度検出手段（13）を備え、前記燃料電池温度検出手段（13）により検出した前記燃料電池（10）の温度（T<sub>fc</sub>）が所定許容温度（T<sub>s1</sub>）を超えている場合に、前記燃料電池（10）の発熱量が前記冷却手段（20）の冷却能力（Q）を超えていると判定することを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】 前記燃料電池（10）と並行に接続された 2 次電池（32）を備え、前記負荷（30）の要求電力量が前記最大発電量を超える場合には、前記負荷（30）の要求電力量に対して前記最大発電量で不足する電力量を、前記 2 次電池（32）から前記負荷（30）に供給することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】 前記最大発電量は、前記冷却手段（20）の冷却能力（Q）と、前記燃料電池（10）の発熱量と、前記燃料電池（10）の発電量との関係を予め定めたマップに基づいて定められることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つに記載の燃料電池システム。

【請求項 5】 前記燃料電池（10）の発電量の調整は、前記燃料電池（10）への水素の供給量を調整することにより行うことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載の燃料電池システム。

【請求項 6】 前記燃料電池（10）の発電量の調整は、前記燃料電池（10）への酸素の供給量を調整することにより行うことを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 つに記載の燃料電池システム。

【請求項 7】 前記冷却手段（20）は、熱媒体を用いて熱交換することにより前記燃料電池（10）を冷却するものであり、該冷却手段（20）における熱媒体の入口側熱媒体温度（T<sub>in</sub>）を検出する入口温度検出手段（22）と、熱媒体の出口側熱媒体温度（T<sub>out</sub>）を検出する出口温度検出手段（23）と、前記冷却手段（20）を通過する熱媒体の流量（F）を検出する流量検出手段（24）

とを備え、

前記冷却手段（20）の冷却能力（Q）は、下記数式

$$\text{【数 1】 } Q = \rho \times C_p \times F (T_{out} - T_{in})$$

（但し、 $\rho$ ：熱媒体密度、 $C_p$ ：熱媒体比熱、 $F$ ：熱媒体流量、 $T_{out}$ ：出口側熱媒体温度、 $T_{in}$ ：入口側熱媒体温度）により算出することを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 つに記載の燃料電池システム。

【請求項 8】 前記冷却手段（20）の冷却能力（Q）に基づいて、前記燃料電池（10）の発電量の制御を行う制御部（40）を備えていることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 つに記載の燃料電池システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水素と酸素との化学反応により電気エネルギーを発生させる燃料電池からなる燃料電池システムに関するもので、車両、船舶及びポータブル発電器等の移動体に適用して有効である。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、水素と酸素（空気）との化学反応を利用して発電を行う燃料電池を備え、負荷に電力を供給する燃料電池システムが知られている。燃料電池では、発電時の化学反応により発電量に応じて発熱が生じる。このため、燃料電池システムでは、一般的に発電時に発生する熱のほとんどを、冷却水等の熱媒体を介してラジエータ（冷却手段）により大気に放出している。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、負荷の要求電力量が大きい場合に、それに応じて燃料電池の発電量を大きくすると、燃料電池の発熱量がラジエータの冷却能力を上回る場合がある。このような場合には、燃料電池が必要以上に過熱されることで、出力電圧の降下や高分子膜の変性、さらには燃料電池の破壊といった不具合が生じる。

【0004】このような燃料電池の過熱防止を目的としたものとして、特開平 10-74533 号公報記載の燃料電池システムがある。このシステムでは高負荷走行時にモータへの電力供給を制限して、2 次電池を再充電することに主眼が置かれている。このため、燃料電池に過熱による不具合が発生しない範囲で最大能力を発揮させるようにはなっておらず、燃料電池と 2 次電池の能力を最大限に生かして車両の走行要求負荷を出力させる効果は得られない。

【0005】本発明は、上記問題点に鑑み、燃料電池の発熱量が冷却手段の冷却能力を超える場合に、燃料電池を過熱から保護しつつ、燃料電池の能力を最大限に発揮させることが可能な燃料電池システムを提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明は、水素と酸素の供給により

電力を発生し、発電量に応じて発熱する燃料電池（１０）を備え、負荷（３０）に電力を供給する燃料電池システムであって、燃料電池（１０）を冷却する冷却手段（２０）と、冷却手段（２０）の冷却能力（Ｑ）を検出する冷却能力検出手段（２２～２４）とを備え、燃料電池（１０）の発熱量が、冷却能力検出手段（２２～２４）により検出した冷却手段（２０）の冷却能力（Ｑ）を超える場合には、燃料電池（１０）の発電量を、燃料電池（１０）の発熱量が冷却能力（Ｑ）を超えない範囲における最大発電量以下となるように調整することを特徴としている。

【０００７】このように、燃料電池（１０）の発熱量が冷却手段（２０）の冷却量を上回る場合に、冷却手段（２０）の冷却能力の範囲内で燃料電池（１０）に最大限の電力を出力させることで、燃料電池（１０）を過熱による不具合の発生を防止できるとともに、２次電池（３２）の負担を軽減することができ、長時間、負荷の要求出力を出すことが可能となる。

【０００８】また、請求項２に記載の発明のように、燃料電池（１０）の温度（Ｔｆｃ）を検出する燃料電池温度検出手段（１３）を備え、燃料電池温度検出手段（１３）により検出した燃料電池（１０）の温度（Ｔｆｃ）が所定許容温度（Ｔｓ１）を超えている場合に、燃料電池（１０）の発熱量が冷却手段（２０）の冷却能力（Ｑ）を超えていると判定することができる。

【０００９】また、請求項３に記載の発明では、燃料電池（１０）と並行に接続された２次電池（３２）を備え、負荷（３０）の要求電力量が最大発電量を超える場合には、負荷（３０）の要求電力量に対して最大発電量で不足する電力量を、２次電池（３２）から負荷（３０）に供給することを特徴としている。

【００１０】このように２次電池からも電力供給を行うことで、燃料電池単体で高出力を出す場合に比べ、燃料電池（１０）の発熱量が減少するため、例えば燃料電池システムを車両に搭載する場合に、搭載スペースの制約から小型な冷却システムを搭載する場合であっても、燃料電池（１０）を過熱により破壊させることなく、負荷要求出力を出すことが可能となる。

【００１１】また、請求項４に記載の発明のように、最大発電量は、冷却手段（２０）の冷却能力（Ｑ）と、燃料電池（１０）の発熱量と、燃料電池（１０）の発電量との関係を予め定めたマップに基づいて定めることができる。

【００１２】また、請求項５に記載の発明のように、燃料電池（１０）の発電量の調整は、燃料電池（１０）への水素の供給量を調整することにより行うことができ、さらに、請求項６に記載の発明のように、燃料電池（１０）への酸素の供給量を調整することにより行うことができる。

【００１３】また、請求項７に記載の発明のように、冷

却手段の冷却能力（Ｑ）は、下記数式

【００１４】

【数２】 $Q = \rho \times C_p \times F (T_{out} - T_{in})$

（但し、 $\rho$ ：熱媒体密度、 $C_p$ ：熱媒体比熱、 $F$ ：熱媒体流量、 $T_{out}$ ：出口側熱媒体温度、 $T_{in}$ ：入口側熱媒体温度）により算出することができる。

【００１５】また、請求項８に記載の発明では、冷却手段（２０）の冷却能力（Ｑ）に基づいて、燃料電池（１０）の発電量の制御を行う制御部（４０）を備えていることを特徴としている。制御部（４０）には、入口側熱媒体温度 $T_{in}$ 、出口側熱媒体温度 $T_{out}$ 、熱媒体流量 $F$ が入力され、制御部（４０）はこれらに基づいて冷却手段（２０）の冷却能力（Ｑ）、冷却手段（２０）で冷却可能な範囲における燃料電池（１０）の最大発電量、燃料電池（１０）への必要燃料供給量の算出を行う。

【００１６】なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【００１７】

【発明の実施の形態】以下、本発明を適用した実施形態を図１～図８に基づいて説明する。本実施形態は、本発明の燃料電池システムを電気自動車に適用したものである。

【００１８】図１は、本実施形態の燃料電池システムの全体構成を示している。図１に示すように、本実施形態の燃料電池システムには、燃料電池（ＦＣスタック）１０、ラジエータ（冷却手段）２０、車両駆動用モータ（負荷）３０、制御部４０等が設けられている。

【００１９】ＦＣスタック１０は、固体高分子電解質型の燃料電池であり、基本単位となるセルを複数積層したスタック構造となっている。ＦＣスタック１０の負極側には水素供給制御部１１より水素が供給され、正極側にはエア供給制御部１２より空気（酸素）が供給されるように構成されている。ＦＣスタック１０では、水素と酸素との化学反応により電気エネルギーが発生し、同時に発熱が起こる。ＦＣスタック１０には、ＦＣスタック１０の温度（発熱量） $T_{fc}$ を検出するための温度センサ（燃料電池温度検出手段）１３が設けられており、センサ信号を制御部４０に出力する。

【００２０】ラジエータ２０は、空冷用ファン２１が設けられた空冷式の熱交換器である。ＦＣスタック１０とラジエータ２０との間には冷却水が循環しており、ＦＣスタック１０にて発生した熱は、冷却水を介してラジエータ２０にて大気中に放出される。ラジエータ２０の冷却水入口側にはラジエータ入口側における冷却水温度 $T_{in}$ を検出する入口温度センサ（入口温度検出手段）２２、冷却水出口側にはラジエータ出口側における冷却水温度 $T_{out}$ を検出する出口温度センサ（出口温度検出手段）２３が設けられている。出口温度センサ２２の下

流側には、ラジエータ 20 を通過する冷却水流量  $F$  を測定する流量計（流量検出手段）24 が設けられている。温度センサ 22、23 および流量計 24 は、それぞれのセンサ信号を制御部 40 に出力する。

【0021】さらに、本実施形態の燃料電池システムの冷却系には、冷却水を必要に応じてラジエータ 20 をバイパスさせるための温調バルブ 25 と、燃料電池 10 とラジエータ 20 に冷却水を循環させるためのウォータポンプ 26 が設けられている。

【0022】FC スタック 10 にて発生した電力は、インバータ 31 を介してモータ 30 に供給され、モータ 30 は車輪駆動力を発生させる。また、本実施形態の燃料電池システムでは、バッテリー（2 次電池）32 が FC スタック 10 と並列に接続されており、FC スタック 10 とともにバッテリー 32 からモータ 30 に電力を供給するように構成されている。バッテリー 32 としては、例えば一般的な鉛蓄電池を用いることができる。バッテリー 32 には、バッテリー 32 の充電量（SOC）を検出する SOC センサ（図示せず）が設けられており、制御部 40 に SOC 信号を出力する。

【0023】FC スタック 10 とバッテリー 32 とを並列に接続してモータ 30 に電力供給する場合、両者の電位を等しくする必要がある。そこで、本実施形態では FC スタック 10 側に電圧変換を行う DC/DC コンバータ 33 を設け、FC スタック 10 の電圧がバッテリー 32 と同じ電圧になるように、DC/DC コンバータ 33 にて電圧変換を行っている。このような構成により、FC スタック 10 とバッテリー 32 とで、モータ 30 への電力供給分担を行うことができる。なお、DC/DC コンバータ 33 はバッテリー 32 側に設けてもよい。

【0024】本実施形態の燃料電池システムには、各種制御を行う制御部 40 が設けられている。制御部 40 には、ラジエータ入口温度  $T_{in}$ 、ラジエータ出口温度  $T_{out}$ 、ラジエータを通過する冷却水流量  $F$ 、FC スタック温度  $T_{fc}$ 、SOC 信号、走行要求電力信号が入力され、水素供給制御部 11、エア供給制御部 12、DC/DC コンバータ 33 に制御信号を出力するように構成されている。走行要求電力は、車両を走行させるためにモータ 30 が要求とする電力（車両要求出力）であって、運転者によって操作されるアクセル（図示せず）の開度を検出することで得られる。

【0025】次に、上記構成の燃料電池システムの作動を説明する。

【0026】図 2 は燃料電池システムの全体的な作動を示すフローチャートである。まず、車両要求出力等に基づいて FC スタック 10 に要求される出力を算出する（ステップ S100）。次に、ラジエータ 20 の冷却能力を算出し、これに基づいて、過熱による不具合が発生しない範囲での FC スタック 10 の最大出力（FC スタック可能出力）を算出する（ステップ S200）。次

に、FC スタック 10 とバッテリー 32 とのモータ 30 への電力分担を算出し、これに基づいて制御部 40 は FC スタック 10 とバッテリー 32 からモータ 30 に電力を供給するように制御を行う（ステップ S300）。次に、バッテリー 32 の充電量 SOC が、バッテリーの最低充電量  $SOC_{min}$  を下回っているか否かを判定し、下回っていない場合には、本制御を繰り返し、下回っている場合にはバッテリー 32 の充電量が十分でないと判断して本制御を終了する（ステップ S400）。バッテリーの最低充電量  $SOC_{min}$  とは、これ以下に充電量が低下するとバッテリー 32 の性能低下が生じる充電量である。

【0027】以下、上記図 2 に基づいて説明した各ステップ S100～S400 の内容を詳細に説明する。

【0028】図 3 は、FC スタック 10 に要求される出力の算出手順を示すフローチャートである。まず、アクセル開度（走行要求電力信号）より車両要求出力を得る（ステップ S110）。次に、バッテリー SOC 補正出力を算出する（ステップ S120）。バッテリー SOC 補正出力は、バッテリー 32 の充電量 SOC を充電目標値（例えば完全充電状態の 80%） $SOC_{ini}$  にするために必要とされる出力であり、次の数式で得られる。但し、 $K$ ：比例ゲインとする。

【0029】

【数 3】

バッテリー SOC 補正出力 =  $K (SOC - SOC_{ini})$

次に、FC スタック 10 に要求される出力を、車両要求出力にバッテリー SOC 補正出力を加えて算出する（ステップ S130）。

【0030】図 4 は、FC スタック可能出力の算出手順を示すフローチャートである。まず、FC スタック 10 の発熱量が、ラジエータ 20 の冷却能力を超えているか否かを判定する。具体的には、FC スタック温度  $T_{fc}$  が第 1 所定許容温度  $T_{s1}$  を超えているか否かを判定する（ステップ S210）。第 1 所定許容温度  $T_{s1}$  は、これを超えると FC スタック 10 に過熱による不具合が発生する温度であり、FC スタック 10 の種類等に応じて適宜設定される。FC スタック温度  $T_{fc}$  が第 1 所定許容温度  $T_{s1}$  を超えている場合には、FC スタック 10 の保護を行う制御が必要であり、FC スタック保護制御フラグを 1 にセットする（ステップ S220）。一方、超えていない場合には、FC スタック 10 の保護を行う制御が不要であり、FC スタック保護制御フラグを 0 にセットする（ステップ S230）。

【0031】FC スタック保護制御が必要でない場合には、FC スタック 10 の可能出力を、FC スタック 10 の要求出力とする（ステップ S250）。FC スタック保護制御が必要である場合には、ラジエータ 20 の放熱量（冷却能力）を算出し（ステップ S260）、後述するラジエータ冷却能力、FC スタック発熱量、FC スタック出力の関係を予め定めたマップに基づいて FC スタ

ック10の可能出力を決定する(ステップS270)。

【0032】図5は、ラジエータ冷却能力(可能放熱量)の算出手順を示すフローチャートである。まず、温度センサ22、23により、ラジエータの入口温度 $T_{in}$ と出口温度 $T_{out}$ を検出し(ステップS251)、流量計24により、ラジエータ20を通過する冷却水流量 $F$ を検出する(ステップS252)。そして、ラジエータ10の放熱量(冷却量) $Q$ を次の数式で算出する(ステップS253)。

【0033】

【数4】 $Q = \rho \times C_p \times F (T_{out} - T_{in})$

但し、 $\rho$ ：冷却水密度、 $C_p$ ：冷却水比熱、 $F$ ：冷却水流量、 $T_{out}$ ：ラジエータ出口温度、 $T_{in}$ ：ラジエータ入口温度とする。

【0034】図6(a)(b)は、FCスタック10の出力と発熱量との関係、FCスタック10の発熱量とラジエータ20の冷却能力との関係を示すマップであり、制御部40に記憶されている。図6(a)中実線および図6(b)で示すように、FCスタック10の発熱量は出力に応じて増加する。また、図6(a)中破線で示すように、ラジエータ20の冷却能力は、FCスタック10を確実に冷却するために、FCスタック10の発熱量に対して若干の余裕を見込んで設定されている。例えば、ラジエータ20の冷却能力が50kwである場合には、ラジエータ20で冷却可能なFCスタック10の発熱量は47.9kwであり、このときのFCスタック可能出力は50kwとなる。このマップに基づいて、ステップS253にて算出したラジエータ冷却量 $Q$ から、FCスタック可能出力を求めることができる。

【0035】図7は、FCスタック10とバッテリー32との電力分担の算出手順を示すフローチャートである。まず、FCスタック10の予定出力を、上記ステップS250、S270で決定したFCスタック可能出力とする(ステップS301)。次に、上記ステップS110の車両要求出力に対してステップS301のFCスタック10の予定出力で足りない出力分を、バッテリー32の予定出力として決定する(ステップS302)。

【0036】これにより、FCスタック10とバッテリー32によるモータ30への電力分担を算出することができる。そして、後述のようにFCスタック予定出力を得るために必要な水素量 $n_{H_2}$ と酸素量 $n_{O_2}$ を算出し、FCスタック10に必要な水素量 $n_{H_2}$ および必要酸素量 $n_{O_2}$ を供給するように、水素供給制御部11およびエア供給制御部12の制御を行う。また、FCスタック10とバッテリー32の電力分担に基づいて、DC/DCコンバータ33の制御を行う。

【0037】ここで、FCスタック10の予定出力に対して必要な水素量 $n_{H_2}$ と酸素量 $n_{O_2}$ の算出について説明する。図8は、FCスタック10を構成する各セルの出力と電流 $I_{req}$ との関係を示すマップである。まず、

このマップに基づいてFCスタック10の予定出力に対する電流 $I_{req}$ を算出する。次に、電流 $I_{req}$ を出力するために必要な水素量 $n_{H_2}$ (モル/s)および酸素量 $n_{O_2}$ (モル/s)の算出する。FCスタック10を構成する各セルでは、以下の化学反応が起こり電流が発生する。

【0038】(負極側)  $H_2 + 2e^- \rightarrow 2H^+$

(正極側)  $2H^+ + 1/2 O_2 + 2e^- \rightarrow H_2 O$

そして、FCスタック10の各セルでは、水素1モル/s、酸素0.5モル/sから取り出せる電流は $2 \times 96500$ Aであり、これにセルの積層数を乗じた値がFCスタック10全体から取り出せる電流である。従って、電流 $I_{req}$ を出力するために必要な水素量 $n_{H_2}$ (モル/s)および酸素量 $n_{O_2}$ (モル/s)は、以下の数式から求めることができる。但し、 $\lambda_{H_2}$ ：水素過剰率、 $\lambda_{O_2}$ ：酸素過剰率とする。

【0039】

【数5】

$2 \times 96500 \times (n_{H_2} / \lambda_{H_2}) = I_{req}$

【0040】

【数6】

$2 \times 96500 \times 2 \times (n_{O_2} / \lambda_{O_2}) = I_{req}$  従って、

【0041】

【数7】

$n_{H_2} = (I_{req} \times \lambda_{H_2}) / (2 \times 96500)$

【0042】

【数8】

$n_{O_2} = (I_{req} \times \lambda_{O_2}) / (4 \times 96500)$

最後に、FCスタック温度 $T_{fc}$ が第2所定許容温度 $T_{s2}$ を下回っているか否かを判定し(ステップS303)、下回っていればFCスタック保護制御が不要なので、FCスタック保護制御フラグを0にセットする(ステップS304)。第2所定許容温度 $T_{s2}$ は、本発明のFCスタック保護制御を解除する温度であり、制御開始温度である第1所定許容温度 $T_{s1}$ と同じ温度でもいいが、余裕をみて $T_{s1}$ より低く設定しておく方が望ましい。

【0043】以上、本実施形態の燃料電池システムによれば、燃料電池10の熱挙動およびラジエータ20の熱挙動をモニタリングすることにより、燃料電池の発熱量がラジエータの冷却量を上回る場合には、ラジエータ20の冷却能力の範囲内でFCスタック10に最大限の電力を出力させることができる。これにより、FCスタック10を過熱による不具合の発生を防止できるとともに、2次電池32の負担を軽減することができ、長時間、車両要求出力を出すことが可能となる。

【0044】また、車両要求出力に対して不足する電力を2次電池32によって供給させることで、FCスタック10単体で高出力を出す場合に比べ、FCスタック1

10

20

30

40

50

0の発熱量が減少するため、車両搭載スペース上、小型な冷却システムを搭載する場合であっても、FCスタック10を過熱により破壊させることなく、車両要求出力を出すことが可能となる。

【0045】（他の実施形態）なお、上記実施形態では、ラジエータ20の冷却能力 $Q$ を、冷却水流量 $F$ 、ラジエータ出口温度 $T_{out}$ 、ラジエータ入口温度 $T_{in}$ を用いて算出したが、これに限らず、種々の方法により算出することができる。

【0046】例えば図9に示すように、ラジエータ入口温度 $80^{\circ}\text{C}$ で外気温 $20^{\circ}\text{C}$ におけるファン風速、冷却水流量、冷却能力 $Q_0$ の関係を予め定めたマップを作成しておき、このマップに基づいてファン風速からラジエータ冷却能力 $Q_0$ を求めることができる。この $Q_0$ はラジエータ入口温度 $80^{\circ}\text{C}$ で外気温 $20^{\circ}\text{C}$ における値なので、実際のラジエータ入口温度 $T_{in}$ と外気温 $T_o$ を測定して、次の数式によって補正を行うことで、ラジエータの冷却能力 $Q$ を算出することができる。

【0047】

【数9】

$$Q = Q_0 (T_{in} - T_o) / (80^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C})$$

また、上記実施形態では、燃料電池温度検出手段として温度センサ13を用いてFCスタック10の温度 $T_{fc}$ を直接的に検出したが、これに限らず、例えばFCスタック10から流出する冷却水温度を検出して、この冷却水温度からFCスタック10の温度 $T_{fc}$ を間接的に検\*

\* 出するように構成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】上記実施形態の燃料電池システムの全体構成を示すブロック図である。

【図2】上記実施形態の燃料電池システムの作動を示すフローチャートである。

【図3】FCスタック要求出力の算出手順を示すフローチャートである。

【図4】FCスタック可能出力の算出手順を示すフローチャートである。

【図5】ラジエータ可能放熱量の算出手順を示すフローチャートである。

【図6】FC出力と発熱量との関係、発熱量とラジエータ冷却能力との関係を示す特性図（マップ）である。

【図7】FCとバッテリーとの電力分担の算出手順を示すフローチャートである。

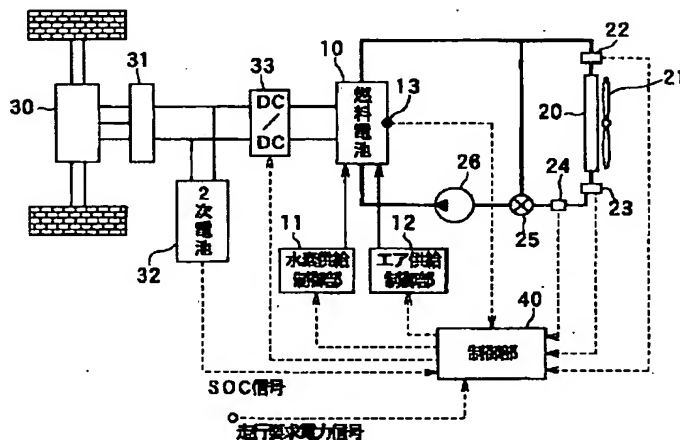
【図8】燃料電池の出力と電流との関係を示す特性図（マップ）である。

【図9】ラジエータの冷却能力、ファン風量、冷却水流量の関係を示す特性図（マップ）である。

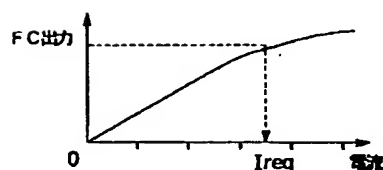
【符号の説明】

10…燃料電池（FCスタック）、11…水素供給制御部、12…エア供給制御部、13…FCスタック温度センサ、22…入口温度センサ、23…出口温度センサ、20…ラジエータ（冷却手段）、30…モータ（負荷）、32…バッテリー（2次電池）、40…制御部。

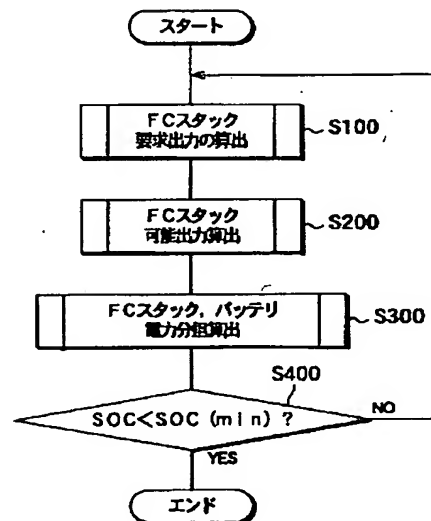
【図1】



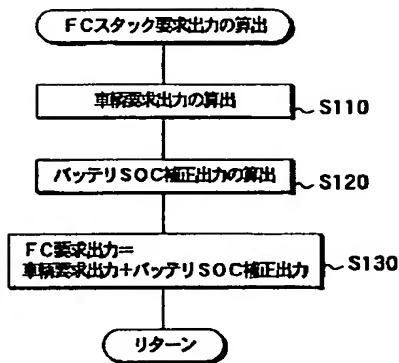
【図8】



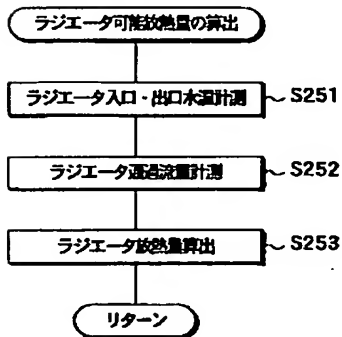
【図2】



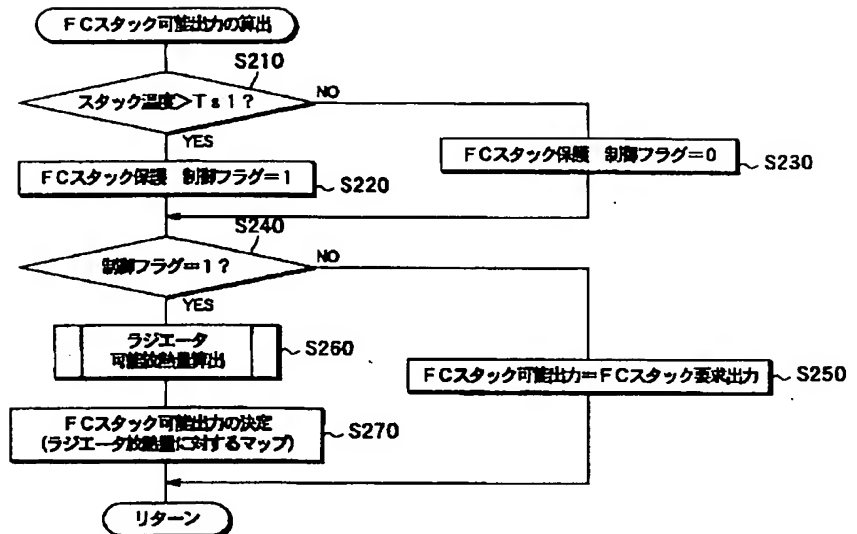
【図3】



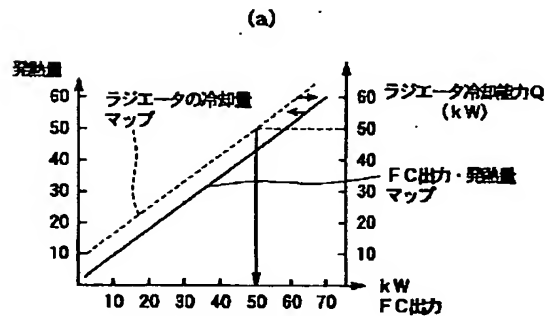
【図5】



【図4】



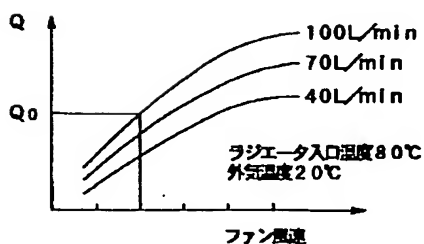
【図6】



(b)

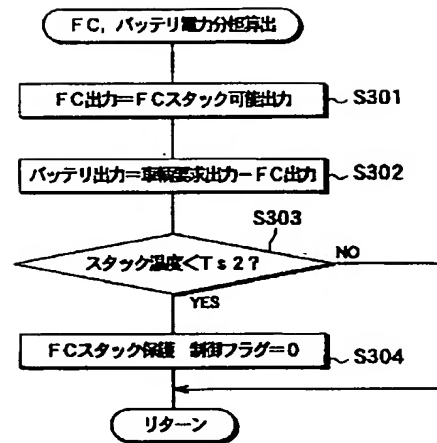
スタック出力 (kW)	10	20	30	40	50	60	70
スタック排熱 (kW)	11.5	20.8	28.8	36.0	47.9	52.9	57.9

【図9】





【図 7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H01M 8/10

識別記号

F I  
H01M 8/10

テーマコード (参考)

(72) 発明者 加藤 晴彦  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内  
(72) 発明者 岡本 邦夫  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72) 発明者 佐々木 博邦  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内  
Fターム(参考) 3D035 AA03  
5H026 AA06  
5H027 AA06 DD03 KK28 KK46 KK48  
MM04 MM09 MM16